

**Capacitive fill level measuring instrument, has horizontal strip conductors having one end connected with corresponding sensor field, while other end is linked with vertical strip conductors connected to selection switch**

**Publication number:** DE10008093

**Publication date:** 2001-09-06

**Inventor:** BUCK BERND (DE); GUNDLACH JOCHEN (DE);  
PALATA JAROMIR (DE)

**Applicant:** IFM ELECTRONIC GMBH (DE)

**Classification:**



- international: **G01F23/26; G01F23/22;** (IPC1-7): G01F23/26

- european: G01F23/26B2; G01F23/26B4; G01F23/26B6

**Application number:** DE20001008093 20000222

**Priority number(s):** DE20001008093 20000222

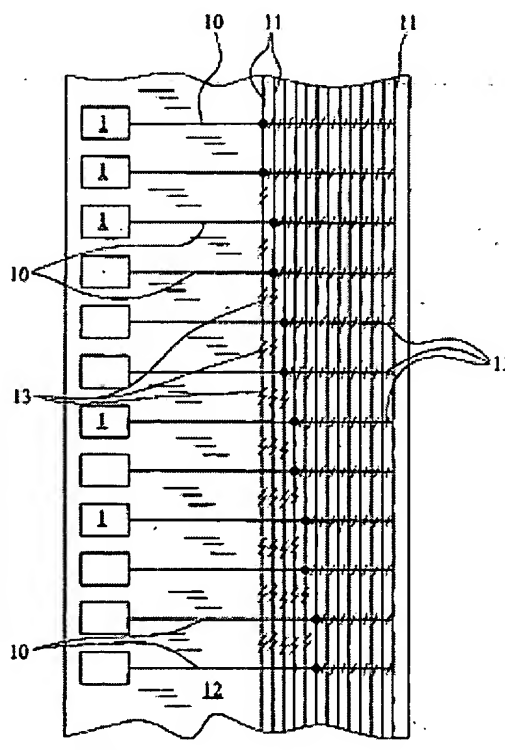
**Also published as:**

 US6823730 (B2)  
 US2001037680 (A1)

**Report a data error here**

#### Abstract of DE10008093

Horizontal strip conductors (10) have one end connected with the corresponding sensor field, while the other end is linked with vertical strip conductors (11) forming electrical lines. The instrument has a sensor having several sensor fields (1) to which electrical lines are respectively connected. The other end of the lines are connected with the multipole side of a selector switch, while a supply and evaluation circuit is connected with single pole side of the switch. Independent claims are also included for the following: (a) the raw material used for sensor of the instrument; (b) a method in producing a fluid level sensor



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑦1 Anmelder:  
ifm electronic GmbH, 45127 Essen, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte Gesthuysen, von Rohr & Eggert,  
45128 Essen

⑦2 Erfinder:  
Buck, Bernd, 88149 Nonnenhorn, DE; Gundlach,  
Jochen, 88069 Tettnang, DE; Palata, Jaromir, 88046  
Friedrichshafen, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE	196 44 777 C1
DE	198 13 013 A1
DE	44 42 711 A1
DE	40 37 927 A1
DE	28 03 863 A1
FR	26 62 249 A1
US	54 06 843
US	51 42 909
US	47 80 705
US	45 89 077
US	43 50 040
US	43 50 039
US	39 35 739
EP	09 26 474 A1
EP	09 16 930 A1

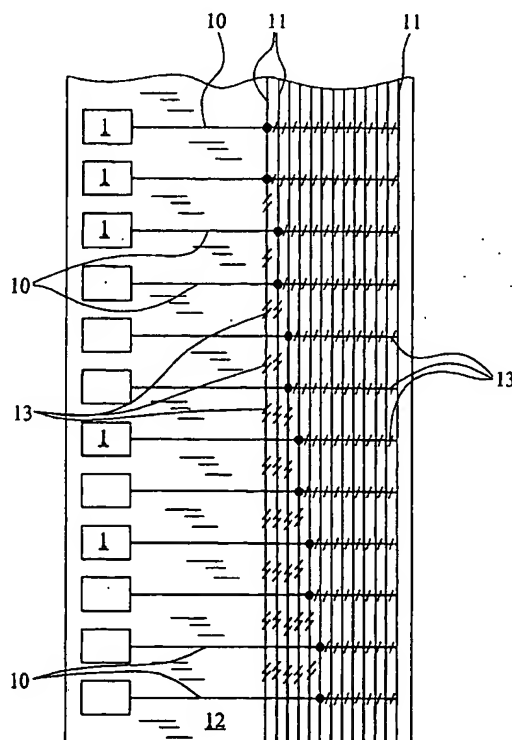
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kapazitives Füllstandsmessgerät

⑤7 Beschrieben und dargestellt ist ein kapazitives Füllstandsmeßgerät mit einem mehrere Sensorfelder (1) aufweisenden Füllstandssensor (2), mit an die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) angeschlossenen elektrischen Leitungen (3), mit einem mit seiner Mehrpolseite (4) an die den Sensorfeldern (1) des Füllstandssensors (2) fernen Enden der Leitungen (3) angeschlossenen Auswahlwechsler (5) und mit einer an die Einpolseite (6) des Auswahlhalters (5) angeschlossenen Versorgungs- und Auswerteschaltung (7), wobei die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) flächenförmig ausgeführt und übereinander angeordnet sind sowie vorzugsweise aus Metall bestehen.

Das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät kann fertigungstechnisch einfach und damit kostengünstig für eine Vielzahl unterschiedlicher Verwendungszwecke realisiert werden, und zwar dadurch, daß neben den - übereinander angeordneten - Sensorfeldern (1) - einseitig oder beidseitig - eine Matrix aus waagrecht und senkrecht verlaufenden Leiterbahnen (10, 11) vorgesehen ist, daß jede waagrecht verlaufende Leiterbahn (10) an einer Seite mit einem Sensorfeld (1) und an der anderen Seite mit einer senkrecht verlaufenden Leiterbahn (11) verbunden ist und daß jede waagrecht verlaufende Leiterbahn (10) mit der mit ihr verbundenen senkrecht verlaufenden Leiterbahn (11) eine elektrische Leitung (3) oder einen Teil einer elektrischen Leitung (3) bildet.



Die Erfindung betrifft ein kapazitives Füllstandsmeßgerät mit einem mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensor, mit an die Sensorfelder des Füllstandssensors angeschlossenen elektrischen Leitungen, mit einem mit seiner Mehrpolseite an die den Sensorfeldern des Füllstandssensors fernen Enden der Leitungen angeschlossenen Auswahl- schalter und mit einer an die Einpolseite des Auswahl- schalters angeschlossenen Versorgungs- und Auswerteschaltung, wobei die Sensorfelder des Füllstandssensors flächenförmig ausgeführt und übereinander angeordnet sind sowie vorzugsweise aus Metall bestehen.

Kapazitive Füllstandsmeßgeräte dienen der kapazitiven Erfassung des Füllstandes von Flüssigkeiten, Schüttgütern und anderem Füllgut in einem – geschlossenen oder offenen – Behälter und sind vielfach bekannt (vgl. beispielhaft die deutsche Patentschrift 196 44 777, die europäischen Offenlegungsschriften 0 916 930, 0 926 474, die französische Offenlegungsschrift 2 662 249, die USA-Patentschriften 3,935,739, 4,350,039, 4,350,040, 4,589,077, 4,780,705, 5,142,909 und 5,406,843).

Bei kapazitiven Füllstandsmeßgeräten wird meßtechnisch häufig die Tatsache ausgenutzt, daß das Füllgut, dessen Füllstand ermittelt werden soll, die Kapazität zwischen dem Füllstandssensor bzw. zwischen einem Sensorfeld des Füllstandssensors einerseits und einer – wie auch immer realisierten – Referenzelektrode andererseits beeinflußt, weil die für die Kapazität zwischen dem Füllstandssensor bzw. zwischen einem Sensorfeld des Füllstandssensors einerseits und einer Referenzelektrode andererseits auch wesentliche Dielektrizitätskonstante des Füllguts sich von der Dielektrizitätskonstanten von Luft unterscheidet. Folglich gehören, wie eingangs dargestellt, zu kapazitiven Füllstandsmeßgeräten der hier in Rede stehenden Art funktionsnotwendig einerseits ein mehrere Sensorfelder aufweisender Füllstandssensor, andererseits eine Versorgungs- und Auswerteschaltung. Notwendigerweise sind die Sensorfelder des Füllstandssensors mit der Versorgungs- und Auswerteschaltung verbindbar. Dazu dienen die an die Sensorfelder des Füllstandssensors angeschlossenen elektrischen Leitungen und der Auswahl- schalter, der einerseits – mit seiner Mehrpol- seite – an die den Sensorfeldern des Füllstandssensors fernen Enden der Leitungen angeschlossen ist, an den anderen- seits, und zwar an seiner Einpolseite, die Versorgungs- und Auswerteschaltung angeschlossen ist. Der Auswahl- schalter weist also funktionsnotwendig auf einer Seite, Mehrpolseite genannt, eine Mehrzahl von Anschlüssen auf, während auf der anderen Seite, Einpolseite genannt, nur ein Anschluß vorgesehen ist; der Auswahl- schalter ermöglicht es also, je- weils einen auswählbaren Anschluß der Mehrpolseite mit dem Anschluß der Einpolseite elektrisch zu verbinden – bzw. umgekehrt. Betrachtet man die Versorgungs- und Auswerteschaltung funktional, so besteht sie aus einer Versor- gungsschaltung und einer Auswerteschaltung; während die Versorgungsschaltung dazu dient, dem Füllstandssensor die notwendige Versorgungsspannung bzw. den notwendigen Versorgungsstrom zur Verfügung zu stellen, wird mit Hilfe der Auswerteschaltung der Füllstand des Füllguts ermittelt, also ermittelt, welches Sensorfeld des Füllstandssensors noch oder schon oder nicht mehr oder noch nicht vom Füll- gut erreicht ist. In bezug auf den Auswahl- schalter, der z. B. als Multiplexer ausgeführt sein kann (vgl. die deutsche Pa- tentschrift 196 44 777), läßt sich also sagen, daß für die Ver- sorgungsfunktion die Versorgungs- und Auswerteschaltung von dem Anschluß der Einpolseite zu einem Anschluß der Mehrpolseite verbindbar ist, während für die Auswertefunk- tion ein Sensorfeld des Füllstandssensors über einen An-

schluß der Mehrpolseite und den Anschluß der Einpolseite mit der Versorgungs- und Auswerteschaltung verbindbar ist.

Eingangs ist gesagt worden, daß bei dem kapazitiven Füllstandsmeßgerät, von dem die Erfindung ausgeht (vgl. die deutsche Patentschrift 196 44 777), die Sensorfelder des Füllstandssensors flächenförmig ausgeführt und übereinan- der angeordnet sind sowie vorzugsweise aus Metall besteh- en. Flächenförmig meint dabei nicht, daß die Sensorfelder praktisch nur zweidimensional ausgeführt sein dürfen, meint vielmehr nur, daß nur die zweidimensionale Ausbil- dung wesentlich ist, – weil ja für die Ermittlung des Füll- standes eine Änderung der Kapazität zwischen einem als Meßelektrode wirksamen Sensorfeld und einer – wie auch immer ausgeführten – Referenzelektrode wesentlich ist. Da- mit, daß die Sensorelemente übereinander angeordnet sind, ist im Hinblick darauf, daß der Füllstand eines in einem Be- hälter befindlichen Füllguts bestimmt werden soll, nur ge- meint, daß die Sensorfelder in ihrer geometrischen Erstrek- kung jedenfalls auch übereinander angeordnet sind; die Sen- sorfelder können also auch nebeneinander sowie auch sich überlappend übereinander oder/und nebeneinander ausge- bildet sein. Schließlich müssen die Sensorfelder des Füll- standssensors nicht aus Metall bestehen; wesentlich ist in bezug auf das Material wiederum nur, daß jedes Sensorfeld als Meßelektrode geeignet sein muß, also geeignet sein muß, zusammen mit einer Referenzelektrode eine durch eine sich ändernde Dielektrizitätskonstante sich ändernde Kapazität zu realisieren.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein kapazitives Füllstandsmeßgerät der in Rede stehenden und zuvor beschriebenen Art anzugeben, das fertigungstechnisch ein- fach und damit kostengünstig für eine Vielzahl unterschied- licher Verwendungszwecke realisiert werden kann oder/und das in elektrischer Hinsicht heutigen Anforderungen weitge- hend genügt.

Das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät ist, in einem ersten Erfindungskomplex, gekennzeichnet durch elektrisch-mechanische bzw. -konstruktive bzw. -geometri- sche Maßnahmen, und zwar zunächst dadurch, daß neben den – übereinander angeordneten – Sensorfeldern – einseitig oder beidseitig – eine Matrix aus waagrecht und senkrecht verlaufenden Leiterbahnen vorgesehen ist, daß jede waage- recht verlaufende Leiterbahn an einer Seite mit einem Sen- sorgefeld und an der anderen Seite mit einer senkrecht verlau- fenden Leiterbahn verbunden ist und daß jede waagrecht verlaufende Leiterbahn mit der mit ihr verbundenen senk- recht verlaufenden Leiterbahn eine elektrische Leitung oder einen Teil einer elektrischen Leitung bildet.

Für das – einleitend und zuvor beschriebene – erfindungs- gemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät ist zunächst wesent- lich, daß es einen in besonderer Weise ausgebildeten Füll- standssensor aufweist, nämlich einen solchen, bei dem die einzelnen Sensorfelder in besonderer Weise realisiert bzw. aktiviert bzw. an die elektrischen Leitungen angeschlossen bzw. mit den elektrischen Leitungen versehen sind. Das be- sondere des erfindungsgemäß realisierten Füllstandssensors besteht vor allem darin, daß die neben den Sensorfeldern vorgesehene Matrix aus waagrecht und senkrecht verlau- fenden Leiterbahnen es ermöglicht, von einem für eine Viel- zahl von unterschiedlichen Verwendungszwecken, also im einzelnen unterschiedlichen Füllstandsmeßgeräten, ver- wendbaren Ausgangsmaterial für den Füllstandssensor aus- zugehen. Ein solches Ausgangsmaterial, das auch für sich Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, besteht also er- findungsgemäß aus einem vorzugsweise flächenförmig aus- geführten Leiterträger, aus einer Mehrzahl von auf dem Leiterträger vorgesehenen, flächenförmig ausgeführten, in einer Ebene parallel zur Ebene des Leiterträgers übereinan-

der realisierten Sensorfeldern und aus einer neben den Sensorfeldern – einseitig oder beidseitig – vorgesehenen Matrix aus waagerechten und senkrechten Leiterbahnen, wobei alle waagerechten Leiterbahnen mit allen senkrechten Leiterbahnen miteinander verbunden sind, so daß auch alle waagerechten Leiterbahnen und alle senkrechten Leiterbahnen elektrisch miteinander verbunden sind.

Bei dem zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensor sind also zunächst alle Sensorfelder, alle waagerechten Leiterbahnen und alle senkrechten Leiterbahnen untereinander und miteinander elektrisch verbunden; es liegen also alle Sensorfelder, alle waagerechten Leiterbahnen und alle senkrechten Leiterbahnen auf dem gleichen Potential, was natürlich für die spätere Verwendung eines konkreten Füllstandssensors eines konkreten kapazitiven Füllstandsmeßgeräts nicht funktionsgerecht ist. Folglich muß das zuvor beschriebene Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensor eines kapazitiven Füllstandsmeßgeräts noch in besonderer Weise bearbeitet werden. Es bedarf also noch eines besonderen Verfahrens zur Herstellung eines für ein kapazitives Füllstandsmeßgerät verwendbaren, mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensors aus dem zuvor beschriebenen Ausgangsmaterial. Auch ein solches Verfahren ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung und dadurch gekennzeichnet, daß bis auf die waagerechten Leiterbahnen und senkrechten Leiterbahnen, die funktionsgewollt miteinander verbunden sein sollen, alle anderen waagerechten Leiterbahnen und alle anderen senkrechten Leiterbahnen so aufgetrennt werden, daß nur noch die waagerechten Leiterbahnen und die senkrechten Leiterbahnen miteinander verbunden sind, die funktionsnotwendig miteinander verbunden sein sollen.

Das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät ist in einem zweiten Erfindungskomplex gekennzeichnet durch elektrisch- und elektronisch-funktionelle Maßnahmen, und zwar zunächst dadurch, daß die Versorgungs- und Auswerteschaltung eine hochfrequente Versorgungsspannung liefert, daß die Versorgungsspannung durch ein von einer Rauschquelle kommendes Rauschsignal frequenzgespreizt ist, daß die frequenzgespreizte Versorgungsspannung zu einer frequenzgespreizten Meßgröße, einer Meßspannung oder einem Meßstrom, führt, daß die frequenzgespreizte Versorgungsspannung auf den ersten Eingang eines Korrelators und die frequenzgespreizte Meßgröße auf den zweiten Eingang des Korrelators gelegt ist und daß das Ausgangssignal des Korrelators der weiteren Auswerteschaltung zugeführt ist. Zu diesen elektrisch- und elektronisch-funktionellen Maßnahmen folgendes:

Bei dem erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgerät handelt es sich um ein sogenanntes offenes elektronisches System; d. h., daß die Sensorflächen des Füllstandssensors nicht gänzlich abgeschirmt sein können und somit elektromagnetische Strahlen und Signale in ihre Umwelt abgeben und umgekehrt elektromagnetische Strahlen und Signale aus der Umwelt aufnehmen. Dieser Umstand kann einerseits zu Störabstrahlungen des kapazitiven Füllstandsmeßgeräts, andererseits auch zu Störeinstrahlungen in das kapazitive Füllstandsmeßgerät führen. Dieses Problem ist bei kapazitiven Füllstandsmeßgeräten der hier in Rede stehenden Art deshalb besonders virulent, weil der Abstand zwischen den Sensorelementen des Füllstandssensors einerseits und der Versorgungs- und Auswerteschaltung andererseits beträchtlich sein kann.

Durch die zuvor beschriebenen elektrisch- und elektronisch-funktionellen Maßnahmen ist ein kapazitives Füllstandsmeßgerät geschaffen, bei dem die Störabstrahlung bzw. die Empfindlichkeit gegenüber Störeinstrahlungen re-

lativ gering ist. Durch die – mittels eines Rauschsignals erfolgende – Frequenzspreizung der Versorgungsspannung wird die Bandbreite und damit die spektrale Energiedichte der Versorgungsspannung einerseits und der Meßgröße andererseits verringert, ohne die an den Sensorelementen anliegende Versorgungsspannung verringern zu müssen. Dadurch wird einerseits die Amplitude der ausgesendeten Störsignale reduziert, wird andererseits die maximal zulässige Amplitude eines in das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät eingestrahnten Störsignals erhöht. Somit wird sowohl die Störung anderer Geräte durch das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät als auch die Empfindlichkeit des Füllstandsmeßgeräts gegenüber Störungen durch andere Geräte verringert.

Zu dem, was durch die Frequenzspreizung der Versorgungsspannung und – damit einhergehend – die Frequenzspreizung der Meßgröße im einzelnen erreichbar ist, und dazu, wie die Lehre "Frequenzspreizung" im einzelnen realisiert werden kann, wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den gesamten Offenbarungsgehalt der deutschen Offenlegungsschrift 198 13 013 verwiesen, der hiermit ausdrücklich zum Offenbarungsgehalt dieser Patentanmeldung gemacht wird.

Schließlich ist das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät in einem weiteren Erfindungskomplex gekennzeichnet durch weitere elektrisch- und elektronisch-funktionelle Maßnahmen, und zwar zunächst dadurch, daß den Sensorfeldern oder/und den Leitungen oder/und dem Auswahlschalter eine Abschirmung zugeordnet ist bzw. sind und daß die Abschirmung stets auf einem Potential liegt, das praktisch dem Potential der Sensorfelder, der Leitungen und des Auswahlschalters entspricht. Zu diesen elektrisch- und elektronisch-funktionellen Maßnahmen folgendes:

Die zuvor beschriebene Maßnahme, den Sensorfeldern oder/und den Leitungen oder/und dem Auswahlschalter eine Abschirmung zuzuordnen, dient dem gleichen Ziel, dem auch die zuvor behandelte Lehre "Frequenzspreizung" dient, nämlich dazu, einerseits die Amplitude von ausgesendeten Störsignalen zu reduzieren, andererseits die maximal zulässige Amplitude eines in das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät eingestrahnten Störsignals zu erhöhen.

Mit der zuvor behandelten Lehre "Abschirmung" ist das Problem verbunden, daß die Abschirmung eine kapazitive Belastung der Sensorfelder oder/und der Leitungen oder/und des Auswahlschalters darstellt. Dieses Problem ist dann eliminiert, wenn, wie dies erfindungsgemäß vorgesehen ist, die Abschirmung stets auf einem Potential liegt, das praktisch dem Potential der Sensorfelder, der Leitungen und des Auswahlschalters entspricht; wenn in keinem Augenblick eine Potentialdifferenz zwischen der Abschirmung einerseits sowie den Sensorfeldern, den Leitungen und dem Auswahlschalter andererseits vorhanden ist, kann auch kein – eine kapazitive Belastung darstellender – Strom fließen, unabhängig davon, wie groß die Kapazität zwischen der Abschirmung einerseits sowie den Sensorfeldern, den Leitungen und dem Auswahlschalter andererseits ist.

Die Maßnahme, dafür zu sorgen, daß die Abschirmung stets auf einem Potential liegt, das praktisch dem Potential der Sensorfelder, der Leitungen und des Auswahlschalters entspricht, kann im einzelnen dadurch realisiert sein, daß das Potential der Abschirmung aus dem Potential der Sensorfelder, der Leitungen und des Auswahlschalters gewonnen wird, und zwar über eine Regelung des Potentials der Abschirmung. Eine solche Lösung hat jedoch den Nachteil, daß stets eine Regelabweichung notwendig ist und daß besondere Probleme bei dynamischen Vorgängen auftreten.

In bezug auf die zuvor im einzelnen behandelte Maß-

nahme "Potentialgleichheit" geht eine weitere Lehre der Erfindung, der besondere Bedeutung zukommt, dahin, daß die Abschirmung über eine Strommeßschaltung mit den Sensorfeldern, den Leitungen und dem Auswahlschalter verbunden ist und die Strommeßschaltung einen praktisch vernachlässigbar kleinen Innenwiderstand hat. Eine solche Strommeßschaltung kann aus einem Synchrongleichrichter, einem dem Synchrongleichrichter nachgeschalteten Tiefpaß und einem dem Tiefpaß nachgeschalteten Strom-Spannungswandler bestehen. Bei einer solchen Strommeßschaltung führen der Synchrongleichrichter und der nachgeschaltete Tiefpaß dazu, daß aus dem eingangsseitig zugeführten hochfrequenten Meßstrom ein Gleichstrom wird, aus dem dann durch den Strom-Spannungswandler eine Gleichspannung wird.

Im Stand der Technik ist es ganz allgemein üblich, Spannungen als Potentialdifferenz zum Massepotential bzw. zum Erdpotential zu realisieren; d. h., daß ein Ausgang einer entsprechenden Spannungsquelle "hoch liegt", während der andere Ausgang mit dem Massepotential bzw. dem Erdpotential verbunden ist. Zuvor ist mit Bedacht stets "Massepotential bzw. Erdpotential" gesagt worden, weil häufig, wenn nicht gar üblicherweise, das Massepotential und das Erdpotential gleich sind. Davon wird bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts abgewichen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die von der Versorgungs- und Auswerteschaltung zur Verfügung gestellte Versorgungsspannung zwischen dem Massepotential und dem Erdpotential ansteht; realisiert ist also damit ein "floatendes" Massepotential. Dabei muß natürlich dafür gesorgt werden, daß das Massepotential und das Erdpotential nicht impedanzlos miteinander verbunden sind. Folglich empfiehlt es sich, einerseits die Versorgungsschaltung der Versorgungs- und Auswerteschaltung gleichstromentkoppelt mit dem Erdpotential zu verbinden, z. B. durch einen Entkoppelkondensator, andererseits die Auswerteschaltung der Versorgungs- und Auswerteschaltung wechselstromentkoppelt mit dem Erdpotential zu verbinden, z. B. durch mindestens eine stromkompensierte Entkoppeldrossel, vorzugsweise durch mehrere stromkompensierte Entkoppeldrosseln.

Eingangs ist ausgeführt, daß der Erfindung u. a. die Aufgabe zugrundeliegt, ein kapazitives Füllstandsmeßgerät anzugeben, das kostengünstig für eine Vielzahl unterschiedlicher Verwendungszwecke realisiert werden kann. Damit ist auch gemeint, daß ein erfindungsgemäßes Füllstandsmeßgerät zur Erfassung bzw. Bestimmung des Füllstandes von Füllgütern mit ganz unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten sowie zur Erfassung bzw. Bestimmung des Füllstandes von Füllgütern in ganz unterschiedlichen Behältern verwendbar sein sollen. Um dem zu entsprechen, sind bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgeräts dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Versorgungsspannung steuerbar ist, z. B. durch einen Mikroprozessor, oder/und daß die Verstärkung der Auswerteschaltung der Versorgungs- und Auswerteschaltung steuerbar ist, vorzugsweise wiederum durch einen Mikroprozessor. Diese Maßnahmen, alternativ oder kumulativ angewendet, ermöglichen es, sehr unterschiedliche Dielektrizitätskonstanten der Füllgüter und sehr unterschiedliche Ausgestaltungen, insbesondere sehr unterschiedliche Geometrien der die Füllgüter aufnehmenden Behälter zu berücksichtigen, – immer mit dem Ziel, zu möglichst genauen und gut verarbeitbaren Meßergebnissen zu kommen, insbesondere auch mit dem Ziel, die Möglichkeiten der Auswerteschaltung der Versorgungs- und Auswerteschaltung optimal auszunutzen, nämlich den vorhandenen Aussteuerbereich auszunutzen, ohne daß es zu Übersteuerungen kommt.

Wie weiter oben ausgeführt, ist eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgeräts dadurch gekennzeichnet, daß den Sensorfeldern oder/und den Leitungen oder/und dem Auswahlschalter eine Abschirmung zugeordnet ist bzw. sind und daß die Abschirmung stets auf einem Potential liegt, das praktisch dem Potential der Sensorfelder, der Leitungen und des Auswahlschalters entspricht. Bei dieser Ausführungsform liegt also die Abschirmung nicht auf einem konstanten Potential, nämlich dem Erdpotential; vielmehr werden über diese Abschirmung ohne weiteres Strahlen und Signale in die Umwelt abgegeben und ist diese Abschirmung ohne weiteres in der Lage, aus der Umwelt Strahlen und Signale aufzunehmen. Um dies zu verhindern, geht eine weitere Lehre der Erfindung dahin, eine zweite Abschirmung vorzusehen, die der Abschirmung der ersten Abschirmung dient, wobei die zweite Abschirmung vorzugsweise auf Erdpotential liegt. Über die zweite Abschirmung sind dann die erste Abschirmung und damit auch die Sensorfelder, die Leitungen und der Auswahlschalter "im klassischen Sinne" abgeschirmt.

Bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts, bei dem also eine zweite, auf Erdpotential liegende Abschirmung vorgesehen ist, stellt diese zweite Abschirmung natürlich eine kapazitive Belastung der ersten Abschirmung dar; es fließt also ein Strom von der ersten Abschirmung zur zweiten Abschirmung bzw. umgekehrt. Dadurch werden jedoch Meßergebnisse nicht beeinflusst, wenn, wie vorzugsweise vorgesehen, die erste Abschirmung über eine Strommeßschaltung mit den Sensorfeldern, den Leitungen und dem Auswahlschalter verbunden ist und die Strommeßschaltung einen praktisch vernachlässigbar kleinen Innenwiderstand hat. Dann wird nämlich der über die Strommeßschaltung fließende Meßstrom durch den Strom nicht beeinflusst, der aus der kapazitiven Belastung der ersten Abschirmung durch die zweite Abschirmung resultiert.

Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen sowohl auf die den Patentansprüchen 1, 16, 21 und 24 nachgeordneten Patentansprüche als auch auf die Beschreibung der in der Zeichnung angedeuteten bzw. dargestellten Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer kapazitiver Füllstandsmeßgeräte. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines erfindungsgemäßen Ausgangsmaterials für einen mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensor eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts, zur Erläuterung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines für ein kapazitives Füllstandsmeßgerät verwendbaren, mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensors und zur Erläuterung von zwei unterschiedlichen Ausführungsformen von jeweils mehrere Sensorfelder aufweisenden Füllstandssensoren erfindungsgemäßer Füllstandsmeßgeräte,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus dem rechten Teil der Fig. 1,

Fig. 3 eine Detaildarstellung eines Ausschnitts eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Füllstandssensors eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Teil eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts,

Fig. 5 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts und

Fig. 6 eine mehr ins Detail gehende Darstellung zur Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines er-

findungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts.

Die hier in Rede stehenden kapazitiven Füllstandsmeßgeräte dienen der kapazitiven Erfassung des Füllstandes von Flüssigkeiten, Schüttgütern und anderen Füllgütern in einem nicht dargestellten, geschlossenen oder offenen Behälter und bestehen in ihrem grundsätzlichen Aufbau aus einem mehrere Sensorfelder 1 aufweisenden Füllstandssensor 2, aus an die Sensorfelder 1 aufweisenden Füllstandssensors 2 angeschlossenen elektrischen Leitungen 3, aus einem mit seiner Mehrpolseite 4 an die den Sensorfeldern 1 des Füllstandssensors 2 fernen Enden der Leitungen 3 angeschlossenen Auswahlsschalter 5 und aus einer an die Einpolseite 6 des Auswahlsschalters 5 angeschlossenen Versorgungs- und Auswerteschaltung 7, die selbst aus einer Versorgungsschaltung 8 und einer Auswerteschaltung 9 besteht. Die Sensorfelder 1 des Füllstandssensors 2 sind flächenförmig ausgeführt und übereinander angeordnet und bestehen in den ange deuteten bzw. teilweise dargestellten Ausführungsbeispielen aus Metall.

Das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät ist zunächst gekennzeichnet durch elektrisch-mechanische bzw. -konstruktive bzw. -geometrische Maßnahmen, und zwar zunächst dadurch, daß, wie das in den Fig. 1, 2, 3 und 5 angedeutet ist, neben den übereinander angeordneten Sensorfeldern 2 eine Matrix aus waagerecht verlaufenden Leiterbahnen 10 und aus senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 vorgesehen ist, daß jede waagerecht verlaufende Leiterbahn 10 an einer Seite mit einem Sensorfeld 2 und an der anderen Seite mit einer senkrecht verlaufenden Leiterbahn 11 verbunden ist und daß jede waagerecht verlaufende Leiterbahn 10 mit der mit ihr verbundenen senkrecht verlaufenden Leiterbahn 11 eine elektrische Leitung 3 oder einen Teil einer elektrischen Leitung 3 bildet. Das insoweit beschriebene erfindungsgemäße Füllstandsmeßgerät weist also einen in besonderer Weise ausgebildeten Füllstandssensor 2 auf, nämlich einen solchen, bei dem die einzelnen Sensorfelder 1 in besonderer Weise realisiert bzw. aktiviert bzw. an die elektrischen Leitungen 3 angeschlossen bzw. mit den elektrischen Leitungen 3 versehen sind. Das Besondere des Füllstandssensors 2 besteht vor allem darin, daß die neben den Sensorfeldern 1 vorgesehene Matrix aus waagerecht verlaufenden Leiterbahnen 10 und aus senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 es ermöglicht, von einem für eine Vielzahl von unterschiedlichen Verwendungszwecken, also im einzelnen unterschiedlichen Füllstandsmeßgeräten, verwendbaren Ausgangsmaterial für den Füllstandssensor 2 auszugehen. Ein solches Ausgangsmaterial besteht, wie dies in den Fig. 1 bis 4 angedeutet ist, aus einem flächenförmig ausgeführten Leiterträger 12, der nur in Fig. 4 zu erkennen ist, aus einer Mehrzahl von auf dem Leiterträger 12 vorgesehenen, flächenförmig ausgeführten, in einer Ebene parallel zur Ebene des Leiterträgers 12 übereinander realisierten Sensorfeldern 1 und aus einer neben den Sensorfeldern 1 vorgesehenen Matrix aus waagerecht verlaufenden Leiterbahnen 10 und aus senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11, wobei – zunächst, wie das der linke Teil der Fig. 1 zeigt – alle waagerechten Leiterbahnen 10 mit allen senkrechten Leiterbahnen 11 verbunden sind, so daß auch alle waagerechten Leiterbahnen 10 und alle senkrechten Leiterbahnen 11 elektrisch miteinander verbunden sind. Bei dem im linken Teil der Fig. 1 dargestellten Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder 1 aufweisenden Füllstandssensor 2 sind also zunächst alle Sensorfelder 1, alle waagerechten Leiterbahnen 10 und alle senkrechten Leiterbahnen 11 untereinander und miteinander elektrisch verbunden; es liegen also alle Sensorfelder 1, alle waagerechten Leiterbahnen 10 und alle senkrechten Leiterbahnen 11 auf dem gleichen Potential, was natürlich für die spätere Verwendung eines konkreten

Füllstandssensors 2 für ein konkretes kapazitives Füllstandsmeßgerät nicht funktionsgerecht ist. Folglich muß das im linken Teil der Fig. 1 dargestellte Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder 1 aufweisenden Füllstandssensor 2 noch in besonderer Weise bearbeitet werden. Es müssen nämlich, bis auf die waagerechten Leiterbahnen 10 und senkrechten Leiterbahnen 11, die funktionsgewollt miteinander verbunden sein sollen, alle anderen waagerechten Leiterbahnen 10 und alle anderen senkrechten Leiterbahnen 11 so aufgetrennt werden, daß nur noch die waagerechten Leiterbahnen 10 und die senkrechten Leiterbahnen 11 miteinander verbunden sind, die funktionsnotwendig miteinander verbunden sein sollen. Das ist im mittleren Teil der Fig. 1 und im rechten Teil der Fig. 1 und in Fig. 2 dargestellt, in Fig. 5 angedeutet. Im mittleren und im rechten Teil der Fig. 1 sowie in Fig. 2 sind Trennstellen 13 der waagerecht verlaufenden Leiterbahnen und Trennstellen 14 der senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 durch kurze schräge Striche angedeutet; diese Trennstellen 13 und 14 können vorzugsweise mit Hilfe eines Laserstrahls realisiert werden.

Bei den Ausführungsbeispielen, die in Fig. 1 dargestellt sind, weist jeder Füllstandssensor 2 sechzehn Sensorfelder 1 auf, und es sind sechzehn waagerecht verlaufende Leiterbahnen 10 und sechzehn senkrecht verlaufende Leiterbahnen 11 verwirklicht.

Bei dem Ausführungsbeispiel, das in Fig. 1 in der Mitte dargestellt ist, ist jeweils ein Sensorfeld 1 über eine waagerechte Leiterbahn 10 mit einer senkrechten Leiterbahn 11 verbunden; das oberste Sensorfeld 1 ist über die oberste waagerechte Leiterbahn 10 mit der – von links gesehen – ersten senkrechten Leiterbahn 11 – und nur mit dieser – verbunden, das – von oben gesehen – zweite Sensorfeld 1 ist über die zweite waagerechte Leiterbahn 10 mit der zweiten senkrechten Leiterbahn 11 – und nur mit dieser – verbunden, . . . und das unterste Sensorfeld 1 ist über die unterste waagerechte Leiterbahn 10 mit der am rechten Rand liegenden senkrechten Leiterbahn 11 – und nur mit dieser – verbunden.

Anders als bei dem Ausführungsbeispiel, das in Fig. 1 in der Mitte dargestellt ist, gilt für das Ausführungsbeispiel, das in Fig. 1 rechts dargestellt ist, daß jeweils zwei Sensorfelder 1 über zwei waagerechte Leiterbahnen 10 mit einer senkrechten Leiterbahn 11 verbunden sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind also jeweils zwei Sensorfelder 1 elektrisch miteinander verbunden; aus den zunächst vorhandenen sechzehn Sensorfeldern sind also elektrisch wirksam acht Sensorfelder 1 doppelter Größe, nämlich doppelter Höhe, verwirklicht. Es versteht sich von selbst, daß auch mehr als zwei Sensorfelder 1 elektrisch zusammengefaßt werden können, nämlich dadurch, daß mehrere waagerechte Leiterbahnen 10 mehrerer Sensorfelder 1 mit einer senkrechten Leiterbahn 11 verbunden sind.

Bei dem erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgerät sind, wie ausgeführt, zwischen den Sensorfeldern 1 des Füllstandssensors 2 und dem Auswahlsschalter 5 elektrische Leitungen 3 realisiert, wobei die zuvor erläuterten waagerechten Leiterbahnen 10 und die senkrechten Leiterbahnen 11 die elektrischen Leitungen 3 darstellen können. Es kann aber auch so sein, daß eine waagerecht verlaufende Leiterbahn 10 oder mehrere waagerecht verlaufende Leiterbahnen 10 mit der mit ihr bzw. mit ihnen verbundenen senkrecht verlaufenden Leiterbahn 11 einen Teil der elektrischen Leitung 3 bildet bzw. bilden, d. h., daß zwischen den senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 und dem Auswahlsschalter 5 die elektrische Leitung 3 noch ergänzt werden muß. Deshalb sind bei dem Ausführungsbeispiel, das in Fig. 3 angedeutet ist, die senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 mit z. B. als Lötflächen verwendbaren Verbreiterungen 15 versehen. Um bei gegebenem Abstand der senkrecht verlaufen-

den Leiterbahnen 11 die Verbreiterungen 15 möglichst großflächig ausführen zu können, sind diese Verbreiterungen 15 – von Leiterbahn 11 zu Leiterbahn 11 versetzt – in zwei Reihen verwirklicht.

Ein wesentlicher Vorteil der bisher beschriebenen Lehre der Erfindung besteht darin, daß das zuvor beschriebene Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder 1 aufweisenden Füllstandssensor 2 in großer Länge hergestellt werden kann, so daß von einem solchen Ausgangsmaterial Füllstandssensoren 2 mit unterschiedlicher Anzahl von Sensorfeldern 1 entstehen können. Dabei empfiehlt es sich, das, was zuvor in Verbindung mit Fig. 3 erläutert worden ist, nämlich das Versehen der senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 mit Verbreiterungen 15, in regelmäßigen Abständen zu wiederholen.

Mit dem bisher beschriebenen Füllstandssensor 2 können, wie bereits ausgeführt, ganz unterschiedliche Füllstandsmeßgeräte realisiert werden, nämlich Füllstandsmeßgeräte zur Erfassung bzw. Bestimmung des Füllstandes von Füllgütern mit ganz unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten sowie zur Erfassung bzw. Bestimmung des Füllstandes von Füllgütern in ganz unterschiedlichen Behältern. Insbesondere können die zuvor beschriebenen Füllstandssensoren 2 entweder flächenförmig auf die Außenseite eines elektrisch "durchsichtigen" Behälters aufgebracht oder – vorzugsweise stabförmig ausgeführt – in einen Behälter eingebracht werden. Für beide Varianten empfiehlt es sich, die Sensorfelder und die Leiterbahnen auf einem flexiblen Leiterträger 12 zu verwirklichen, insbesondere auf einem filmförmigen Leiterträger 12. Ein mit Hilfe eines filmförmigen Leiterträgers 12 verwirklichter Füllstandssensor 2 kann ohne weiteres flächenförmig auf die Außenseite eines elektrisch "durchsichtigen" Behälters aufgebracht werden, kann aber auch für eine stabförmige Ausführungsform verwendet werden. Klarstellend sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, daß mit "flächenförmiger Ausführungsform" bzw. mit "stabförmiger Ausführungsform" immer nur der Bereich des erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts gemeint ist, mit dem bzw. in dem der Füllstandssensor 2 realisiert ist. Daneben gehört zu erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräten ein Bereich, in dem insbesondere der Auswahlwähler 5 und die Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 realisiert sind. Dieser Bereich kann unabhängig davon, wie der Bereich des Füllstandssensors 2 realisiert ist, verwirklicht werden.

Für die stabförmige Ausführungsform gibt es eine Vielzahl von ganz unterschiedlichen Realisierungsmöglichkeiten. Bei allen Realisierungsmöglichkeiten empfiehlt es sich, den mit Hilfe eines flexiblen Leiterträgers 12 realisierten Füllstandssensor 2 um eine senkrechte Achse zusammenzurollen. Dabei können die waagerechten Leiterbahnen 10 zumindest teilweise von den Sensorfeldern 2 umgeben sein. Auch die senkrechten Leiterbahnen 11 können zumindest teilweise von den Sensorfeldern umgeben sein.

Wie in der Fig. 4 angedeutet ist, kann eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgeräts mit stabförmig ausgeführtem Füllstandssensor 2 dadurch realisiert sein, daß ein sich senkrecht erstreckender, in Längsrichtung geschlitzter zylindrischer Hohlkörper 16 vorgesehen ist und daß die Sensorfelder 1 auf der Außenseite des Hohlkörpers 16, die waagerechten Leiterbahnen 10 zumindest teilweise im Hohlkörper 16 und die senkrechten Leiterbahnen 11 im Hohlkörper 16 angeordnet sind. Vorzugsweise ist dabei der Hohlkörper 16 elektrisch abschirmend ausgeführt, insbesondere dadurch, daß er aus Metall besteht. Bei dem in Fig. 4 angedeuteten Ausführungsbeispiel befindet sich der Füllstandssensor 2, zu dem auch der geschlitzte zylindrische Hohlkörper 16 gehört, in-

nerhalb eines geschlossenen, elektrisch "durchsichtigen" Außenrohres 17; statt des dargestellten Außenrohres 17 kann über den Füllstandssensor 2 auch ein Schrumpfschlauch gezogen sein. Statt der in Fig. 4 dargestellten Realisierung einer stabförmigen Ausführung des Füllstandssensors 2 kann auch eine solche realisiert sein, die dadurch gekennzeichnet ist, daß ein sich senkrecht erstreckender, kreiszylindrischer Trägerstab vorgesehen ist und der Leiterträger auf oder um den Trägerstab gewickelt ist.

Wie weiter oben schon erläutert ist, weiter unten noch erläutert wird, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Sensorfelder 1 oder/und die elektrischen Leitungen 3 oder/und der Auswahlwähler 5 abgeschirmt sind. Vorzugsweise ist dazu der Leiterträger 12 zumindest im Bereich der Sensorfelder 1 auf der den Sensorfeldern 1 abgewandten Seite elektrisch abschirmend ausgeführt. Darüber hinaus empfiehlt es sich, den Leiterträger 12 auch im Bereich der Leiterbahnen 10, 11 auf der den Leiterbahnen 10, 11 abgewandten Seite elektrisch abschirmend auszuführen. Im einzelnen kann das Abschirmen der Sensorfelder 1 und der Leiterbahnen 10, 11 dadurch erfolgen, daß der Leiterträger 12 mit einer in Form einer Faraday'schen Fläche ausgeführten Abschirmung versehen ist.

In dem in Fig. 3 angedeuteten Ausführungsbeispiel sind die senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 mindestens einmal "eingeschnürt" ausgeführt; dabei entspricht die Breite über alle senkrechten Leiterbahnen 11 im Bereich der Einschnürung 18 höchstens der Hälfte der Breite über alle senkrechten Leiterbahnen 11 im normalen Bereich. Dadurch, daß die senkrecht verlaufenden Leiterbahnen 11 – und dann korrespondierend auch der Leiterträger 12 – eine Einschnürung 18 aufweist, ist es ohne weiteres möglich, den Leiterträger 12 mit den darauf vorgesehenen senkrechten Leiterbahnen 11 abzuwinkeln bzw. abzuknicken, und zwar auch dann, wenn der mit Hilfe eines flexiblen Leiterträgers 12 realisierte Füllstandssensor 2 um eine senkrechte Achse zusammenengerollt ist.

Weiter oben ist bereits ausgeführt, daß Gegenstand der Erfindung auch ein besonderes Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder 1 aufweisenden Füllstandssensor 2 eines kapazitiven Füllstandsmeßgeräts ist. Dieses Ausgangsmaterial kann ergänzend dadurch gekennzeichnet sein, daß die Sensorfelder 1 und die Matrix aus waagerechten Leiterbahnen 10 und senkrechten Leiterbahnen 11 als materialschlüssige durchgehende Kaschierung auf dem Leiterträger 12 realisiert ist, vorzugsweise als Kupferkaschierung. Auch eine Abschirmung der Sensorfelder 1 sowie der waagerechten Leiterbahnen 10 und der senkrechten Leiterbahnen 11 kann als materialschlüssige Kaschierung realisiert sein, vorzugsweise als Kupferkaschierung.

In bezug auf das erfindungsgemäße kapazitive Füllstandsmeßgerät sind bisher im wesentlichen elektrisch-mechanische bzw. -konstruktive bzw. -geometrische Maßnahmen beschrieben worden. Nachfolgend sollen nun, insbesondere in Verbindung mit den Fig. 5 und 6, elektrisch- und elektronisch-funktionelle Maßnahmen beschrieben werden, die einen zweiten Erfindungskomplex darstellen, der auch für sich, also losgelöst von dem zuvor beschriebenen ersten Erfindungskomplex mit elektrisch-mechanischen bzw. -konstruktiven bzw. -geometrischen Maßnahmen, von Bedeutung ist.

Weiter oben ist ausgeführt, daß bei dem erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeßgerät vorzugsweise die Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 eine hochfrequente Versorgungsspannung liefert, daß die Versorgungsspannung frequenzgespreizt ist, und zwar durch ein von einer in Fig. 6 nur angedeuteten Rauschquelle 19 kommendes Rauschsignal, daß die frequenzgespreizte Versorgungsspannung zu

einer. frequenzgespreizten Meßgröße, nämlich einem frequenzgespreizten Meßstrom, führt, daß die frequenzgespreizte Versorgungsspannung auf den ersten Eingang eines nur in Fig. 6 angedeuteten Korrelators 20 und die frequenzgespreizte Meßgröße auf den zweiten Eingang des Korrelators 20 gelegt ist und daß das Ausgangssignal des Korrelators 20 der weiteren Auswerteschaltung zugeführt ist. Zu dem, was durch die Frequenzspreizung der Versorgungsspannung und – damit einhergehend – die Frequenzspreizung der Meßgröße, also des Meßstroms, im einzelnen erreichbar ist, und dazu, wie die Lehre "Frequenzspreizung" im einzelnen realisiert werden kann, wird auch an dieser Stelle zur Vermeidung von Wiederholungen auf den Offenbarungsgehalt der deutschen Offenlegungsschrift 198 13 013 verwiesen.

Nachfolgend werden, in Verbindung mit den Fig. 5 und 6, weitere elektrisch- und elektronisch-funktionelle Maßnahmen beschrieben, die bei erfindungsgemäßen Füllstandsmeßgeräten anzuwenden besonders vorteilhaft ist. Das gilt insbesondere für die Maßnahme, den Sensorfeldern 1 oder/und den elektrischen Leitungen 3 oder/und dem Auswahl- schalter 5 eine Abschirmung 21 zuzuordnen, und zwar eine Abschirmung 21, die stets auf einem Potential liegt, das praktisch dem Potential der Sensorfelder 1, der elektrischen Leitungen 3 und des Auswahl Schalters 5 entspricht. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Maßnahme zu, die Abschirmung 21 über eine Strommeßschaltung 22 mit den Sensorfeldern 1, den elektrischen Leitungen 3 und dem Auswahl schalter 5 zu verbinden. Dabei wird eine Strommeßschaltung 22 verwendet, die einen praktisch vernachlässigbar kleinen Innenwiderstand hat. Eine solche Strommeßschaltung 22 kann aus einem Synchrongleichrichter 23, einem dem Synchrongleichrichter 23 nachgeschalteten Tiefpaß 24 und einem dem Tiefpaß 24 nachgeschalteten Strom-Spannungswandler 25 bestehen. Bei einer solchen Strommeßschaltung 22 führen der Synchrongleichrichter 23 und der nachgeschaltete Tiefpaß 24 dazu, daß aus dem ein- gangsseitig zugeführten hochfrequenten Netzstrom ein Gleichstrom wird, aus dem dann durch den Strom-Span- nungswandler 25 eine Gleichspannung wird.

Oben ist ausgeführt, daß als Auswahl schalter 5 ein Multi- plexer eingesetzt sein kann, wie das zum Stand der Technik gehört (vgl. die deutsche Patentschrift 196 44 777). Im Aus- führungsbeispiel nach Fig. 5 ist ein als Multiplexer verwirk- lichter Auswahl schalter 5 vorgesehen, an dessen Mehrpol- seite 4 die elektrischen Leitungen 3 angeschlossen sind, während dessen Einpolseite 6 mit der Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 verbunden ist. In Fig. 5 ist angedeutet, daß der als Multiplexer ausgeführte Auswahl schalter 5 von einem einen Oszillator und einen Zähler aufweisenden Steu- erteil 26 angesteuert ist. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 sind zwei als Multiplexer ausgeführte Auswahl schalter 5 vorgesehen, wobei auf der Mehrpolseite 4 jeweils acht An- schlüsse realisiert sind.

Im Stand der Technik ist es allgemein üblich, Spannungen als Potentialdifferenz zum Massepotential bzw. zum Erdpo- tential zu realisieren. Demgegenüber gilt für die Ausfüh- rungsbeispiele erfindungsgemäßer kapazitiver Füllstands- meßgeräte, die in den Fig. 5 und 6 angedeutet sind, daß die von der Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 zur Verfü- gung gestellte Versorgungsspannung zwischen dem Masse- potential 27 und dem Erdpotential 28 ansteht; realisiert ist also ein "floatendes" Massepotential 27. Dabei ist natürlich dafür gesorgt, daß das Massepotential 27 und das Erdpo- tential 28 nicht impedanzlos miteinander verbunden sind. Wie in Fig. 6 dargestellt, ist die Versorgungsschaltung 8 der Ver- sorgungs- und Auswerteschaltung 7 gleichstromentkoppelt mit dem Erdpotential 28 verbunden, nämlich durch einen

Entkoppelkondensator 29, und ist die Auswerteschaltung 9 der Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 wechselstro- mentkoppelt mit dem Erdpotential 28 verbunden, nämlich durch stromkompensierte Entkoppeldrosseln 30, die in Fig. 5 nur angedeutet sind.

Wie bereits mehrfach ausgeführt, soll das erfindungsge- mäße Füllstandsmeßgerät zur Erfassung bzw. Bestimmung des Füllstandes von Füllgütern mit ganz unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten sowie zur Erfassung bzw. Bestim- mung des Füllstandes von Füllgütern in ganz unterschiedli- chen Behältern verwendbar sein. Um dem zu entsprechen, ist das in Fig. 6 schematisch dargestellte Ausführungsbei- spiel eines erfindungsgemäßen kapazitiven Füllstandsmeß- geräts weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Versorgungsspannung steuerbar ist, im Ausführungsbeispiel durch einen an einer Steuerstelle 31 eingreifenden, nicht dargestellten Mikroprozessor, und daß die Verstärkung der Auswerteschaltung 9 der Versorgungs- und Auswerteschal- tung 7 steuerbar ist, im Ausführungsbeispiel durch einen an einer Steuerstelle 32 angreifenden, nicht dargestellten Mi- kroprozessor.

Im übrigen gilt für die in den Fig. 5 und 6 angedeuteten Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer kapazitiver Füll- standsmeßgeräte, daß eine zweite Abschirmung 33 vorgese- hen ist und die zweite Abschirmung 33 der Abschirmung der ersten Abschirmung 21 dient. Die zweite Abschirmung 33 liegt auf Erdpotential 28.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß in dem in Fig. 6 angedeuteten Ausführungsbeispiel zu der Versor- gungsschaltung 8 der Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 ein spannungsgesteuerter Oszillator 34 und ein digitaler Phasenschieber 25 gehören, während zu der Auswerteschal- tung 9 der Versorgungs- und Auswerteschaltung 7 noch ein Spannungsregler 37 und eine Klemmschaltung 38 gehören.

#### Patentsprüche

1. Kapazitives Füllstandsmeßgerät mit einem mehrere Sensorfelder (1) aufweisenden Füllstandssensor (2), mit an die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) angeschlossenen elektrischen Leitungen (3), mit einem mit seiner Mehrpolseite (4) an die den Sensorfeldern (1) des Füllstandssensors (2) fernen Enden der Leitun- gen (3) angeschlossenen Auswahl schalter (5) und mit einer an die Einpolseite (6) des Auswahl schalters (5) angeschlossenen Versorgungs- und Auswerteschaltung (7), wobei die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) flächenförmig ausgeführt und übereinander ange- ordnet sind sowie vorzugsweise aus Metall bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß neben den – übereinan- der angeordneten – Sensorfeldern (1) – einseitig oder beidseitig – eine Matrix aus waagrecht und senkrecht verlaufenden Leiterbahnen (10, 11) vorgesehen ist, daß jede waagrecht verlaufende Leiterbahn (10) an einer Seite mit einem Sensorfeld (1) und an der anderen Seite mit einer senkrecht verlaufenden Leiterbahn (11) ver- bunden ist und daß jede waagrecht verlaufende Leiter- bahn (10) mit der mit ihr verbundenen senkrecht ver- laufenden Leiterbahn (11) eine elektrische Leitung (3) oder einen Teil einer elektrischen Leitung (3) bildet.
2. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere waagrecht ver- laufende Leiterbahnen (10) mehrerer Sensorfelder (1) mit einer senkrecht verlaufenden Leiterbahn (11) ver- bunden sind.
3. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht ver- laufenden Leiterbahnen (11) mit z. B. als Lötflächen

verwendbaren Verbreiterungen (15) versehen sind.

4. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfelder (1) oder/und die Leiterbahnen (10, 11) auf einem flexiblen Leiterträger (12) verwirklicht sind, insbesondere auf einem filmförmigen Leiterträger (12).
5. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Hilfe eines flexiblen Leiterträgers (12) realisierte Füllstandssensor (2) um eine senkrechte Achse zusammengerollt ist.
6. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die waagerechten Leiterbahnen (10) zumindest teilweise von den Sensorfeldern (1) umgeben sind.
7. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrechten Leiterbahnen (11) zumindest teilweise von den Sensorfeldern (1) umgeben sind.
8. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich senkrecht erstreckender, in Längsrichtung geschlitzter zylindrischer Hohlkörper (16) vorgesehen ist und daß die Sensorfelder (1) auf der Außenseite des Hohlkörpers (16), die waagerechten Leiterbahnen (10) zumindest teilweise im Hohlkörper (16) und die senkrechten Leiterbahnen (11) im Hohlkörper (16) angeordnet sind.
9. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (16) elektrisch abschirmend ausgeführt ist, vorzugsweise aus Metall besteht.
10. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich senkrecht erstreckender, zylindrischer, vorzugsweise kreiszylindrischer Trägerstab vorgesehen ist und daß der Leiterträger auf oder um den Trägerstab gewickelt ist.
11. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterträger (12) zumindest im Bereich der Sensorfelder (1) auf der den Sensorfeldern (1) abgewandten Seite elektrisch abschirmend ausgeführt ist.
12. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterträger (12) auch im Bereich der Leiterbahnen (10, 11) auf der den Leiterbahnen (10, 11) abgewandten Seite elektrisch abschirmend ausgeführt ist.
13. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterträger (12) mit mindestens einer in Form einer Faraday'schen Fläche ausgeführten Abschirmung versehen ist.
14. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht verlaufenden Leiterbahnen (11) mindestens einmal "eingeschnürt" ausgeführt sind.
15. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite über alle senkrechten Leiterbahnen (11) im Bereich der Einschnürung (18) höchstens der Hälfte der Breite über alle senkrechten Leiterbahnen (11) im normalen Bereich entspricht.
16. Ausgangsmaterial für einen mehrere Sensorfelder (1) aufweisenden Füllstandssensor (2) eines kapazitiven Füllstandsmeßgeräts, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bestehend aus einem vorzugsweise flächenförmig ausgeführten Leiterträger (12), aus einer Mehrzahl von auf dem Leiterträger (12) vorgesehenen, flächenförmig ausgeführten, in einer Ebene parallel zur

Ebene des Leiterträgers (12) übereinander realisierten Sensorfeldern (1) und aus einer neben den Sensorfeldern (1) – einseitig oder beidseitig – vorgesehenen Matrix aus waagerechten und senkrechten Leiterbahnen (10, 11), wobei alle waagerechten Leiterbahnen (10) mit allen senkrechten Leiterbahnen (11) elektrisch miteinander verbunden sind, so daß auch alle waagerechten Leiterbahnen (10) und alle senkrechten Leiterbahnen (11) elektrisch miteinander verbunden sind.

17. Ausgangsmaterial nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfelder (1) und die Matrix aus waagerechten und senkrechten Leiterbahnen (10, 11) als materialschlüssig durchgehende Kaschierung auf dem Leiterträger (12) realisiert ist, vorzugsweise als Kupferkaschierung.

18. Ausgangsmaterial nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterträger (12) auf der den Sensorfeldern (1) und der Matrix aus waagerechten und senkrechten Leiterbahnen (10, 11) gegenüberliegenden Seite mit mindestens einer Abschirmung versehen ist.

19. Ausgangsmaterial nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmung in Form einer Faraday'schen Fläche ausgeführt ist.

20. Ausgangsmaterial nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmung als materialschlüssige Kaschierung realisiert ist, vorzugsweise als Kupferkaschierung.

21. Verfahren zur Herstellung eines für ein kapazitives Füllstandsmeßgerät verwendbaren, mehrere Sensorfelder (1) aufweisenden Füllstandssensors (2) aus einem Ausgangsmaterial nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß bis auf die waagerechten Leiterbahnen (10) und die senkrechten Leiterbahnen (11), die funktionsgewollt miteinander verbunden sein sollen, alle anderen waagerechten Leiterbahnen (10) und alle anderen senkrechten Leiterbahnen (11) so aufgetrennt werden, daß nur noch die waagerechten Leiterbahnen (10) und die senkrechten Leiterbahnen (11) miteinander verbunden sind, die funktionsnotwendig miteinander verbunden sein sollen.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Auftrennen der Leiterbahnen (10, 11) mit Hilfe eines Laserstrahls erfolgt.

23. Kapazitives Füllstandsmeßgerät mit einem mehrere Sensorfelder (1) aufweisenden Füllstandssensor (2), mit an die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) angeschlossenen elektrischen Leitungen (3), mit einem mit seiner Mehrpolseite (4) an die den Sensorfeldern (1) des Füllstandssensors (2) fernen Enden der Leitungen (3) angeschlossenen Auswahlschalter (5) und mit einer an die Einpolseite (6) des Auswahlschalters (5) angeschlossenen Versorgungs- und Auswerteschaltung (7), wobei die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) flächenförmig ausgeführt und übereinander angeordnet sind sowie vorzugsweise aus Metall bestehen, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungs- und Auswerteschaltung (7) eine hochfrequente Versorgungsspannung liefert, daß die Versorgungsspannung durch ein von einer Rauschquelle (19) kommendes Rauschsignal frequenzgespreizt ist, daß die frequenzgespreizte Versorgungsspannung zu einer frequenzgespreizten Meßgröße, einer Meßspannung oder einem Meßstrom, führt, daß die frequenzgespreizte Versorgungsspannung auf den ersten Eingang eines Korrelators (20) und die frequenzgespreizte Meßgröße auf den zweiten Eingang des Korrelators (20) gelegt ist

und daß das Ausgangssignal des Korrelators (20) der weiteren Auswerteschaltung zugeführt ist.

24. Kapazitives Füllstandsmeßgerät mit einem mehreren Sensorfelder (1) aufweisenden Füllstandssensor (2), mit an die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) angeschlossenen elektrischen Leitungen (3), mit einem mit seiner Mehrpolseite (4) an die den Sensorfeldern (1) des Füllstandssensors (2) fernen Enden der Leitungen (3) angeschlossenen Auswahlschalter (5) und mit einer an die Einpolseite (6) des Auswahlschalters (5) angeschlossenen Versorgungs- und Auswerteschaltung (7), wobei die Sensorfelder (1) des Füllstandssensors (2) flächenförmig ausgeführt und übereinander angeordnet sind sowie vorzugsweise aus Metall bestehen, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und 23, dadurch gekennzeichnet, daß den Sensorfeldern (1) oder/und den Leitungen (3) oder/und dem Auswahlschalter (5) eine Abschirmung (21) zugeordnet ist und daß die Abschirmung (21) stets auf einem Potential liegt, daß praktisch dem Potential der Sensorfelder (2), der elektrischen Leitung (3) und des Auswahlschalters (5) entspricht.

25. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmung (21) über eine Strommeßschaltung (22) mit den Sensorfeldern (1), den elektrischen Leitungen (3) und dem Auswahlschalter (5) verbunden ist und die Strommeßschaltung (22) einen praktisch vernachlässigbar kleinen Innenwiderstand hat.

26. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Strommeßschaltung (22) aus einem Synchrongleichrichter (23), einem dem Synchrongleichrichter (23) nachgeschalteten Tiefpaß (24) und einem dem Tiefpaß (24) nachgeschalteten Strom-Spannungswandler (25) besteht.

27. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Versorgungs- und Auswerteschaltung (7) zur Verfügung gestellte Versorgungsspannung zwischen dem Massepotential (27) und dem Erdpotential (28) ansteht.

28. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsschaltung (8) der Versorgungs- und Auswerteschaltung (7) gleichstromentkoppelt mit dem Erdpotential (28) verbunden ist, z. B. durch einen Entkoppelkondensator (29).

29. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (9) der Versorgungs- und Auswerteschaltung (7) wechselstromentkoppelt mit dem Erdpotential (28) verbunden ist, z. B. durch mindestens eine stromkompensierte Entkoppeldrossel (30), vorzugsweise durch mehrere stromkompensierte Entkoppeldrosseln (30).

30. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und 23 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Versorgungsspannung steuerbar ist, z. B. durch einen Mikroprozessor.

31. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 15 und 23 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung der Auswerteschaltung (9) der Versorgungs- und Auswerteschaltung (7) steuerbar ist, z. B. durch einen Mikroprozessor.

32. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach einem der Ansprüche 24 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Abschirmung (33) vorgesehen ist und die zweite Abschirmung (33) der Abschirmung der ersten Abschirmung (21) dient.

33. Kapazitives Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Abschirmung auf Erdpotential (28) liegt.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**

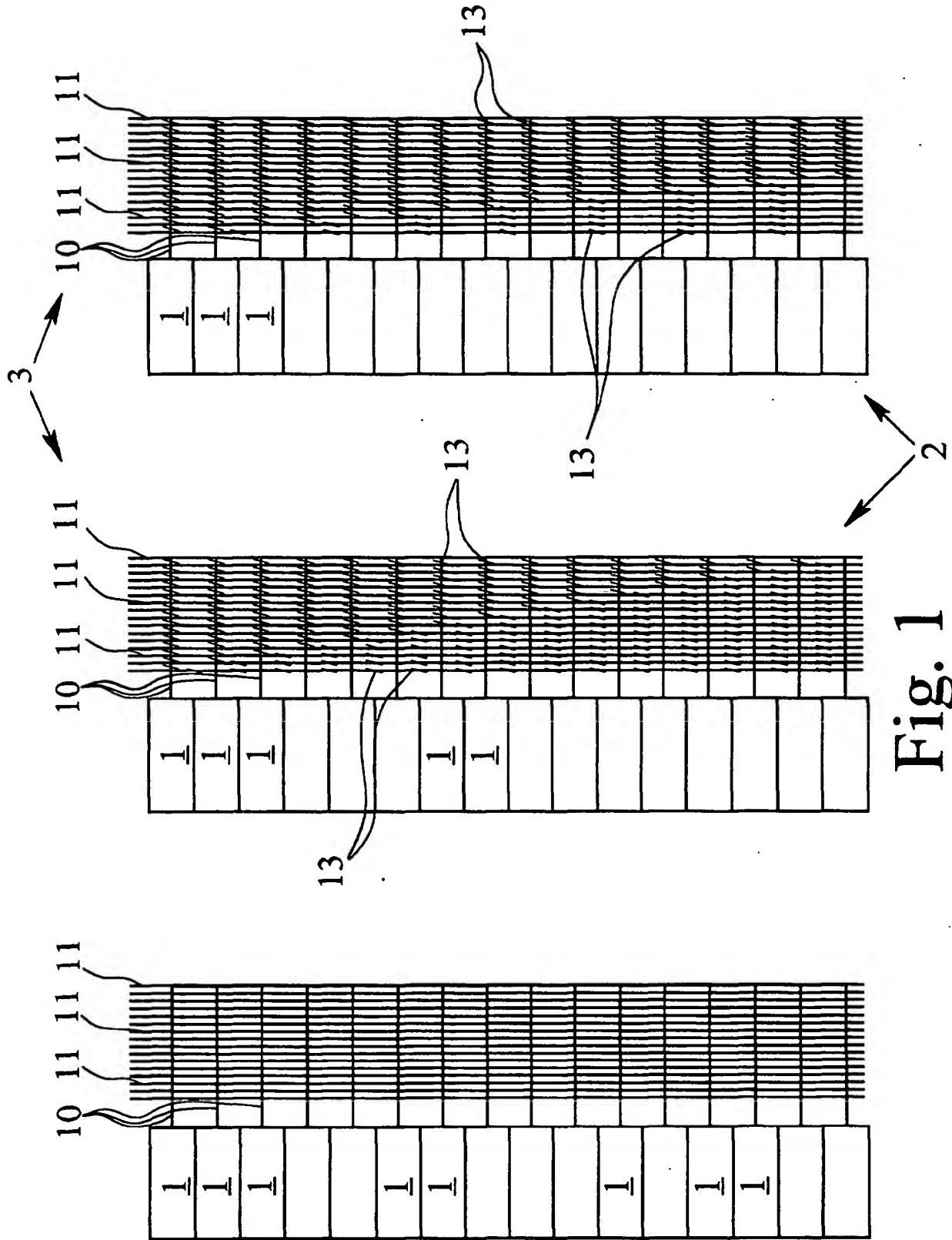


Fig. 1

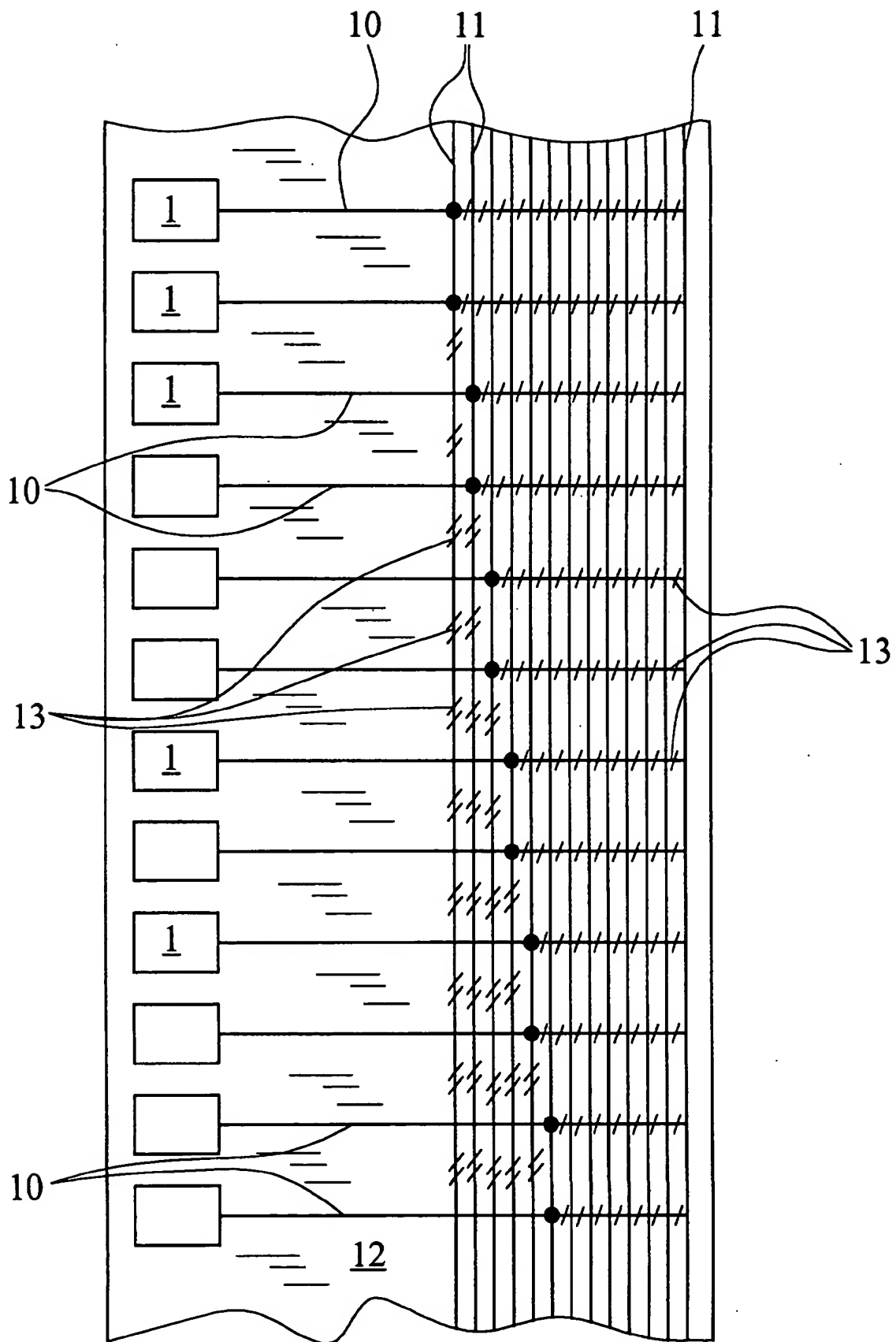


Fig. 2

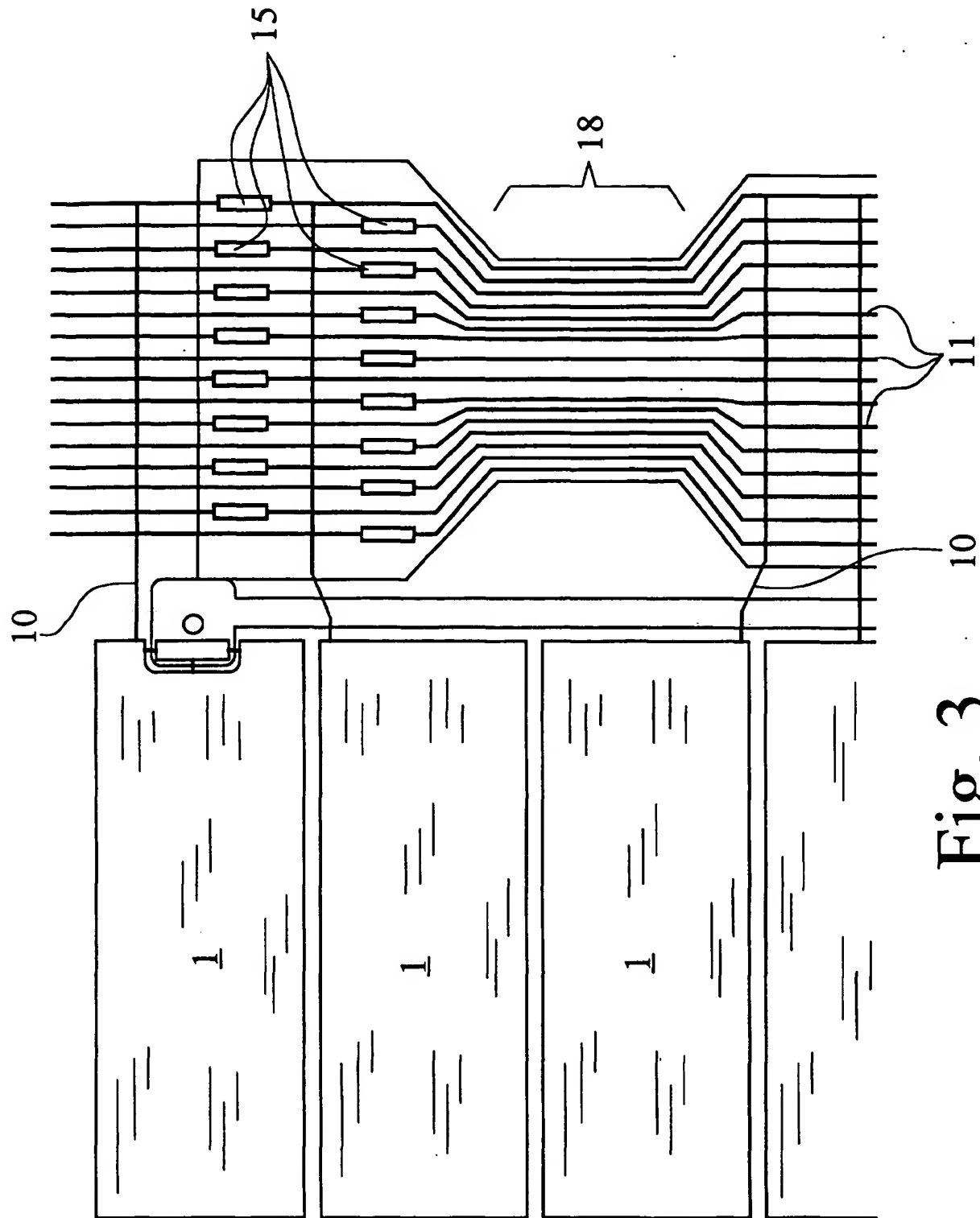


Fig. 3

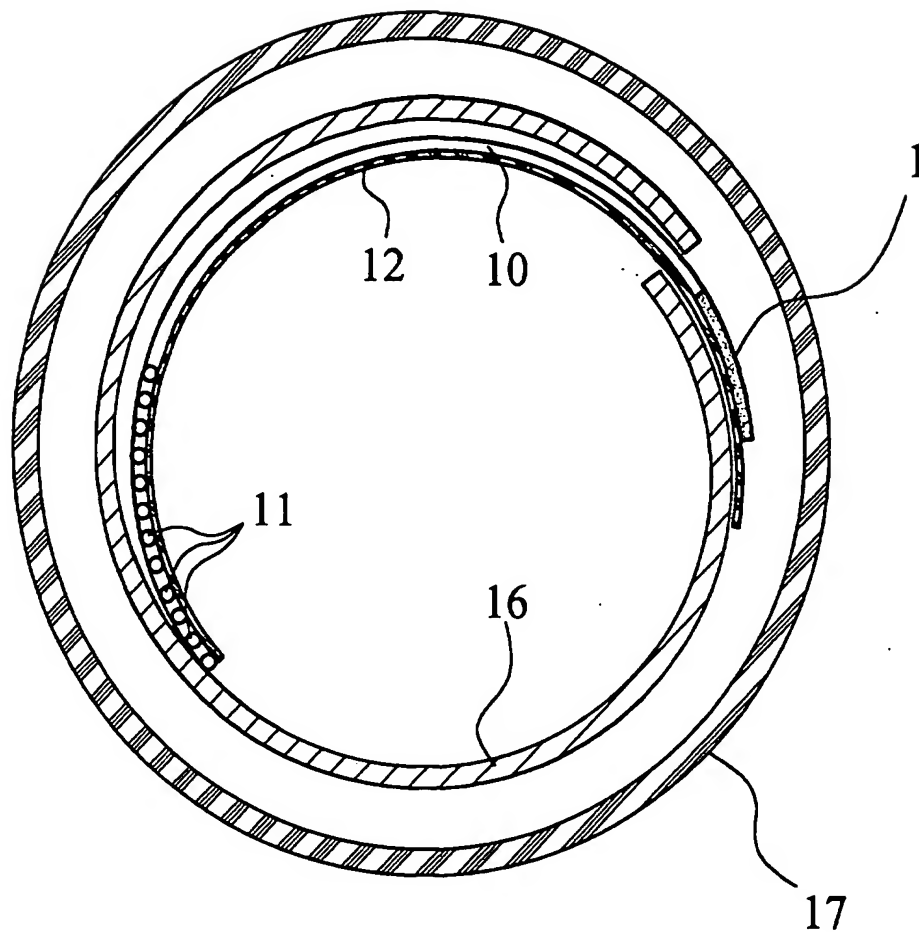


Fig. 4

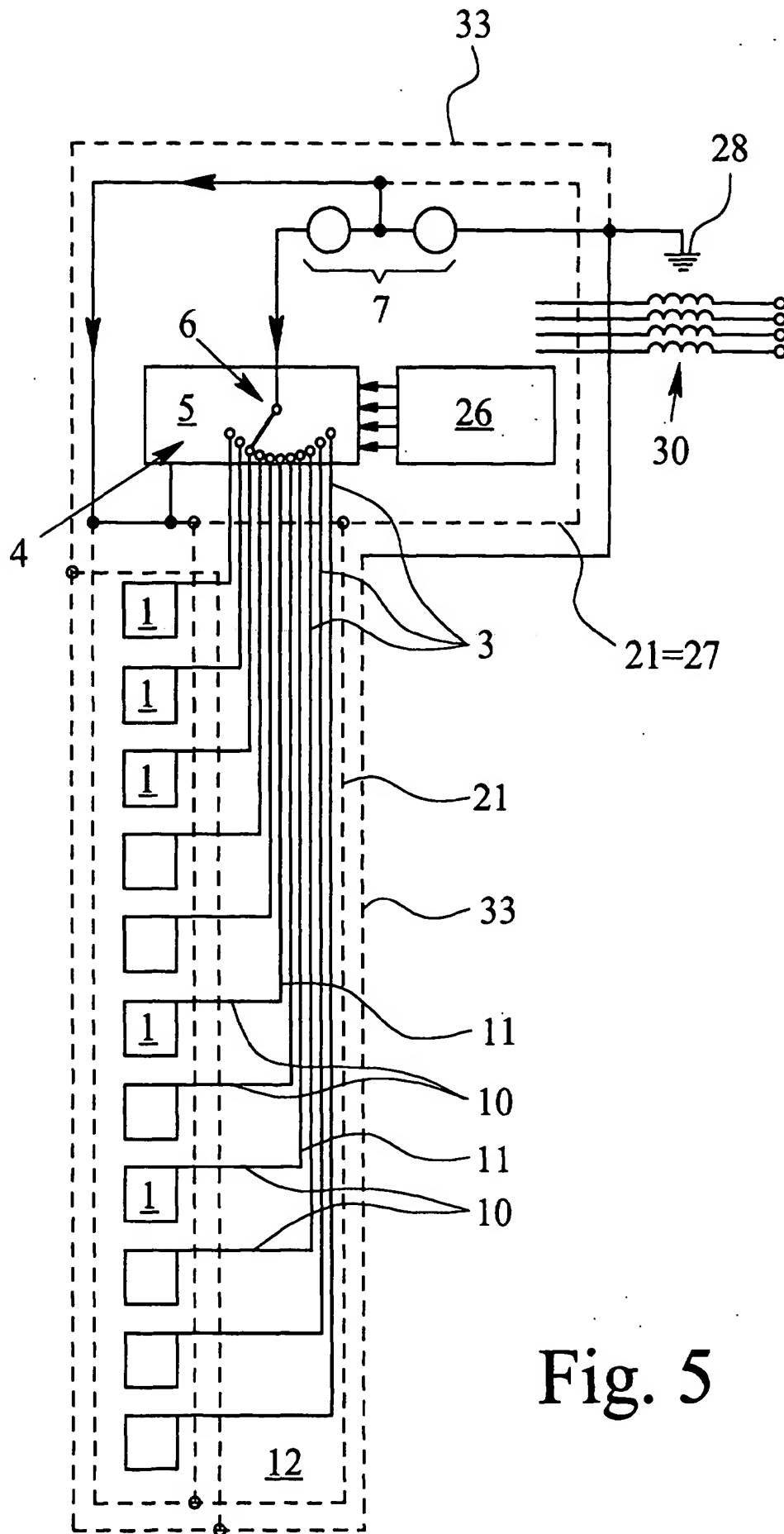


Fig. 5

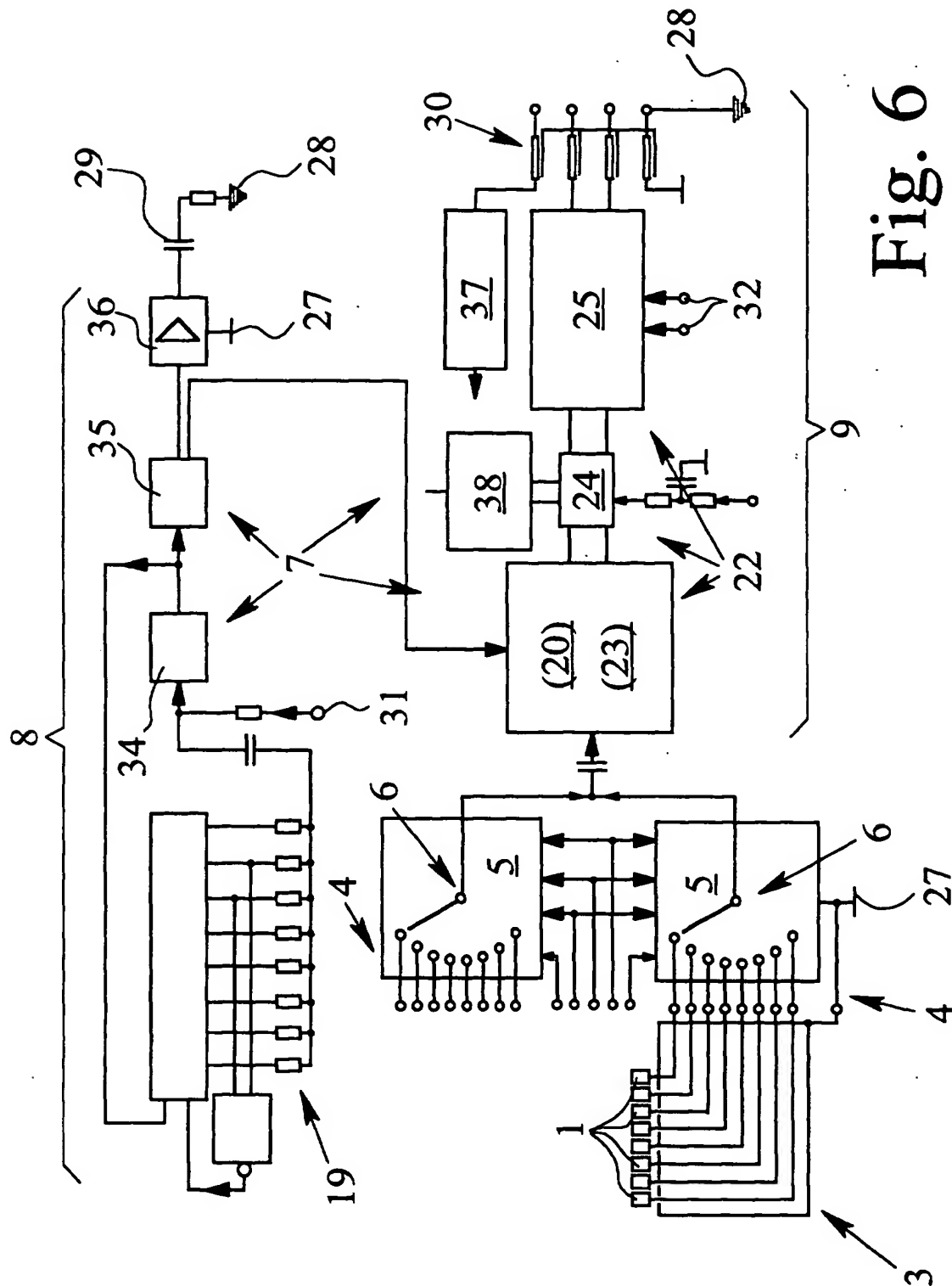


Fig. 6